

PEMANFAATAN GULMA LAHAN GAMBUT SEBAGAI BAHAN BAKU BIO-BRIKET (Utilization of Peat Swamp Weed as Raw Material for Bio-briquettes)

Pranatasari Dyah Susanti¹, Reni Setyo Wahyuningtyas² & Adnan Ardhana²

¹Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan DAS
Jl. A. Yani - Pabelan, Kartasuro PO BOX 295 Surakarta Telp. (0271) 716709

²Balai Penelitian Kehutanan Banjarbaru
Jl. A Yani Km 28.7 Landasan Ulin Banjarbaru Kalsel, Telp. (0511)4707872
Email: pranatasari_santi@yahoo.com

Diterima 15 April 2014, Disetujui 29 Desember 2014

ABSTRACT

*Weeds are abundantly available, which grow on peat swamps, but unfortunately have not yet been widely utilized. Those weeds can be prospectively potential as raw material for bio-briquettes. In relevant, this research aimed to look into the qualities of bio-briquettes manufactured from 10 species of peat swamp weeds. Initially, each weed species was carbonized and then shaped into charcoal powder. The resulting weed-charcoal powder was then mixed with wood sawdust at 1:1 ratio (w/w), and agitated thoroughly to obtain homogenous stuff. Afterwards, the homogenous stuff was added with starch-derived binder (adhesive). Such adhesive was previously prepared by heating 5 g tapioca-starch flour in 75 ml of water. The starch-added stuff was then pressed into bio-briquette, and further put in the oven at 60°C for 24 hours, or just dried under the sunlight heat for 2 days. The parameters as examined on the dried bio-briquette comprised calorific value, moisture content, fixed-carbon content, ash content, and sulfur content. Results revealed that the weeds of purun tikus (*Eleocharis orocrostachys* Steud.) species was regarded as the best for bio-briquette manufacture, as it excelled other species in the overall examined parameters, i.e. calorific value (4,647.9 cal/g), fixed carbon (25.63%), moisture content (5.48%), ash content (8.78%) and sulfur (0.55%).*

Keywords: Weeds, peat swamps, bio-briquettes, qualities, examined parameters

ABSTRAK

Gulma tersedia secara melimpah dan tumbuh di lahan gambut, tetapi sayangnya belum dimanfaatkan secara luas. Gulma tersebut secara prospektif potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku bio-briket. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas bio-briket yang berasal dari 10 jenis gulma lahan gambut. Awalnya, setiap jenis gulma dikarbonasi menjadi serbuk arang. Serbuk arang tersebut kemudian dicampur dengan serbuk gergaji pada perbandingan 1:1, dan diaduk secara menyeluruh untuk mendapatkan campuran yang homogen. Selanjutnya campuran tersebut ditambah dengan bahan perekat dari tepung kanji. Bahan perekat tersebut sebelumnya disiapkan dengan memanaskan 5 g tepung kanji ke dalam 75 ml air. Setelah ditambahkan perekat, campuran homogen tersebut kemudian dipres untuk menjadi bio-briket, dan selanjutnya dioven pada suhu 60°C selama 24 jam atau dikeringkan di bawah panas matahari selama 2 hari. Parameter yang diuji meliputi nilai kalor, karbon terikat, kadar abu dan sulfur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gulma purun tikus (*Eleocharis orocrostachys* Steud.) merupakan jenis yang menghasilkan bio-briket terbaik karena lebih unggul dari jenis lain pada parameter yang diuji secara keseluruhan yaitu nilai kalor (4.647,9 kal/g), karbon terikat (25,63%), kadar air (5,48%), kadar abu (8,78%) dan sulfur (0,55%).

Kata kunci: Gulma, lahan gambut, bio-briket, kualitas, parameter yang diuji

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi terus meningkat yang tergantung pada bahan bakar yang berasal dari fosil dan tidak dapat diperbarui, serta akan menimbulkan polusi lingkungan (Alade *et al.*, 2010). Hal senada disampaikan Shrestha dan Ramesh (2011) bahwa dua isu utama tentang energi saat ini adalah keamanan energi, serta dampak penggunaan bahan bakar fosil terhadap lingkungan. Menurut Energia (2013), cadangan minyak Indonesia berada pada posisi 28 atau 0,2 % dari cadangan minyak seluruh dunia sebesar 3,7 milyar barel. Cadangan tersebut akan habis selama 12 tahun kedepan, sedangkan gas alam akan habis dalam 42 tahun kedepan. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (2013) bahkan menyampaikan bahwa konversi minyak bumi ke gas menyebabkan peningkatan import *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) hampir 15 kali lipat, dari 137.000 ton pada tahun 2007 menjadi 1.992.000 ton pada tahun 2011.

Untuk mengantisipasi hal tersebut, pemanfaatan energi alternatif sangat diperlukan. Salah satu sumber energi alternatif adalah bio-briket yang berasal dari sisa bahan organik serta berwujud padat (Budiman *et al.*, 2010). Bahan bakar yang berasal dari biomassa, merupakan bahan bakar yang berkelanjutan (Van Dam *et al.*, 2008; Maninder *et al.*, 2012). Bahkan di daerah pedesaan, biomassa memiliki peran ganda, yaitu sebagai bahan bakar sekaligus metode pembuangan limbah (Lunguleasa, 2010).

Gulma lahan gambut berpotensi sebagai bahan baku bio-briket, karena tersedia secara melimpah dan tersebar secara luas di kawasan gambut. Luas lahan gambut di Indonesia adalah 20,6 juta hektar yang tersebar di Sumatera 35%, Kalimantan 32%, Sulawesi 3%, dan Papua 30% (Tim Sintesis Kebijakan Kementerian Pertanian, 2008).

Selama ini gulma pada lahan gambut dipandang sebagai masalah utama dalam kegiatan budidaya perkebunan (Syahputra *et al.*, 2011). Umumnya, gulma yang tumbuh akan dibakar. Noor (1997) menyampaikan bahwa pembakaran gulma merupakan cara yang paling mudah, murah dan cepat, tetapi mengandung resiko yang sangat besar, karena pembakaran di lahan terbuka sangat sulit dikendalikan sehingga dapat tersebar meluas.

Pemanfaatan gulma sebagai bahan baku bio-briket belum banyak dilakukan oleh masyarakat sekitar lahan gambut. Saat ini masyarakat sekitar hutan gambut, secara tradisional masih menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakar utama. Penelitian ini bertujuan mengetahui kualitas bio-briket yang berasal dari berbagai jenis gulma lahan gambut. Sehingga diharapkan mampu mengurangi tindakan pembakaran lahan gambut dan dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif bagi masyarakat di sekitar hutan rawa gambut untuk keperluan rumah tangga dan industri.

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi dan Waktu







Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Tanah, Balai Penelitian Kehutanan Banjarbaru Kalimantan Selatan, pada bulan Maret sampai Oktober 2012. Analisis kualitas bio-briket dilakukan di Laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru.

B. Bahan dan Alat





Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah berbagai jenis gulma lahan gambut (Tabel 1), serbuk gergaji, tepung kanji, dan air. Seluruh bagian gulma digunakan kecuali akar. Gulma dipanen dengan cara dipotong. Untuk satu butir bio-briket diperlukan 30 g serbuk arang gulma, 30 g serbuk gergaji, serta 5 g tepung kanji yang dipanaskan dalam 75 ml air. Seluruh perlakuan menggunakan formulasi tersebut, karena penelitian ini ingin membandingkan kualitas bio-briket dari berbagai jenis gulma.

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan bio-briket ini meliputi peralatan lapangan (parang, sabit dan karung) dan peralatan laboratorium (alat pencacah gulma, ember besar, ayakan, panci, kompor, pengaduk, kaleng roti bekas untuk proses pengarangan gulma, alat pengepres briket manual dan oven). Selain peralatan pembuatan bio-briket tersebut, diperlukan juga alat tulis (buku tulis, bolpoint, pensil dan penggaris), serta peralatan dokumentasi seperti kamera.

Tabel 1. Jenis gulma lahan gambut yang diujicoba sebagai bahan bio-briket
Table 1. Kind of peat swamp weeds which are tested as raw material for bio-briquettes

No	Nama lokal (<i>Local name</i>)	Nama latin (<i>Botanical name</i>)	Famili (<i>Family</i>)	Gambar (<i>Picture</i>)
1.	Kelakai	<i>Stenochlaena palustris</i> (Bedd.) FERN	Blechnaceae	
2.	Pakis-pakistan	<i>Blechnum indicum</i> Burm.f.	Blechnaceae	
3.	Eupatorium	<i>Chromolaena odorata</i> King & H. E Robins.	Asteraceae	
4.	Gulma bunga kuning	<i>Jussiaea erecta</i> (Linn.)	Onagraceae	
5.	Karamunting kodok	<i>Melastoma malabathricum</i> (L.)	Melastomataceae	
6.	Rumput gajah	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	Poaceae	

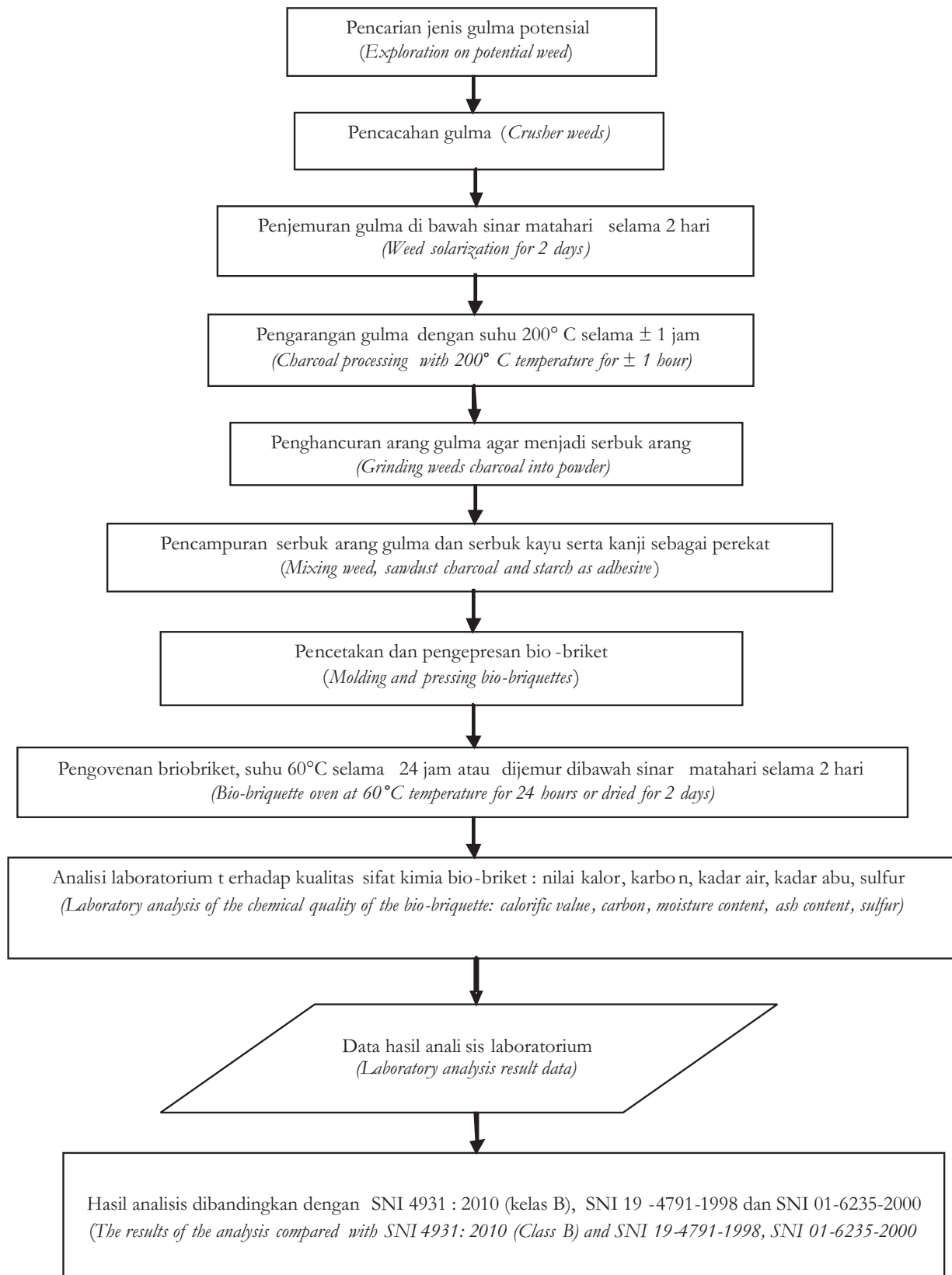
Tabel 1. Lanjutan
Table 1. Continued

No	Nama lokal (<i>Local name</i>)	Nama latin (<i>Botanical name</i>)	Famili (<i>Family</i>)	Gambar (<i>Picture</i>)
7.	Kumpai minyak	<i>Hymenachne acutigluma</i> (Steudel) Gilliland.	Poaceae	
8.	Anggrek tanah bunga pentol	<i>Xyris indica</i> (L.)	Xyridaceae	
9.	Purun tikus	<i>Eleocharis ochrostachys</i> Steud.	Cyperaceae	
10.	Rumput bundung	<i>Leersia hexandra</i> Sw.	Poaceae	

C. Prosedur Penelitian

Percobaan pembuatan bio-briket dilakukan melalui beberapa tahap (Gambar 1), dan hasil

percobaan bio-briket yang telah siap digunakan berukuran tinggi 3 cm dan diameter 4 cm, dengan rata-rata berat kering 14,5 g (Gambar 2).



Gambar 1. Alur pelaksanaan penelitian
Figure 1. Flowchart of research



Gambar 2. Bio-briket gulma lahan gambut
Figure 2. Peat swamp weed bio-briquettes

D. Analisis Data

Penelitian merupakan percobaan satu faktor yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diuji adalah 10 jenis gulma lahan gambut (Tabel 1). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga ada 30 unit percobaan. Model rancangan yang digunakan adalah (Sastrosupadi, 2000):

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

dimana:

$i = 1, 2, \dots, t$ dan $j = 1, 2, \dots, r$

$j = 1, 2, \dots, t$

Y_{ij} = respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke- i dan ulangan ke- j

μ = nilai tengah umum

T_i = pengaruh perlakuan ke- i

ε_{ij} = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke- i dan ulangan ke- j

Data yang diperoleh dianalisa menggunakan analisis sidik ragam (Anova). Apabila berpengaruh nyata maka akan dilanjutkan dengan uji beda nilai tengah Duncan. Variabel penelitian

yang digunakan dalam penelitian ini adalah sifat kimia bio-briket yaitu: nilai kalori, karbon, kadar air, dan sulfur. Nilai variabel tersebut akan dibandingkan dengan SNI 4931 : 2010 (BSN, 2010) tentang briket biobatu bara (kelas B), SNI 19-4791-1998 (BSN, 1998) tentang briket serbuk kelapa dan SNI 01-6235-2000 (BSN, 2000) tentang briket arang kayu. Standar-standar tersebut digunakan karena sampai saat ini belum ada acuan baku tentang syarat mutu bio-briket gulma.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam kualitas bio-briket dari 10 jenis gulma (Lampiran 1), diketahui bahwa pada taraf uji 5%, jenis gulma berpengaruh nyata terhadap semua kualitas bio-briket (nilai kalor, karbon, kadar air, kadar abu dan sulfur). Untuk mengetahui jenis gulma yang memberikan pengaruh nyata tersebut, dilakukan uji lanjut Duncan (Lampiran 2). Berikut ini hasil penelitian pengaruh jenis gulma terhadap kualitas bio-briket (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh jenis gulma terhadap kualitas bio-briket
Table 2. The influence of weed species on the quality of bio-briquette

No	Gulma (Weeds)	Parameter/Satuan (<i>Parameter/unit</i>)				
		Nilai kalor (<i>Calorific value</i>)	Karbon (Carbon)	Kadar air (<i>Moisture</i>)	Kadar abu (<i>Ash content</i>)	Sulfur (<i>Sulphur</i>)
		kal/g	%	%	%	%
1	Kelakai	3.873,03	17,16	8,24	10,19	0,84
2	Rumput gajah	4.302,70	26,42	10,76	9,70	0,67
3	Anggrek BP	4.585,43	16,69	16,83	10,01	0,84
4	Purun tikus	4.647,93	25,63	5,48	8,78	0,55
5	Eupatorium	4.055,37	20,37	7,21	10,28	0,75
6	Pakis-pakisan	4.368,63	20,87	7,49	9,86	0,81
7	K. Kodok	3.835,27	13,78	8,85	9,86	0,83
8	Bundung	3.492,57	17,06	18,55	9,33	0,92
9	Kumpai minyak	3.658,07	10,47	15,74	8,93	0,75
10	G. bunga kuning	4.160,97	21,24	8,41	10,99	0,96
11	Briket biobatu bara SNI 4931 : 2010 (BSN, 2010) (Kelas B)	4.000 - 5.000	-	< 17	≤ 20	≤ 1
12	Briket serbuk kelapa SNI 19-4791-1998 (BSN, 1998)	-	-	< 15	< 12	-
13	Briket arang kayu SNI 01-6235-2000 (BSN, 2000)	≥ 5.000	-	< 8	< 8	-

A. Nilai Kalor

Nilai kalor bio-briket sangat berpengaruh terhadap kualitas briket yang dihasilkan. Nilai kalor suatu briket menggambarkan nilai panas pembakaran yang dapat dihasilkan oleh briket (Hendra dan Winarni, 2003). Nilai kalor briket ditentukan dari jenis bahan baku yang digunakan dalam proses karbonisasasi (Yuniarti *et al.*, 2011). Berdasarkan hasil analisis laboratorium dapat diketahui bahwa nilai kalor briket berkisar 3.492,57 - 4.647,93 kal/g. Nilai kalor terendah adalah rumput bundung dan tertinggi purun tikus. Nilai kalor purun tikus tersebut berdasarkan analisis sidik ragam dan uji lanjut, tidak berbeda nyata dengan nilai kalor jenis anggrek tanah bunga pentol. Sedangkan nilai kalor terendah adalah rumput bundung dengan nilai kalor 3.492,57 kal/g.

Menurut hasil penelitian Sunardi dan Istikowati (2012), kandungan selulosa rumput

purun tikus cukup tinggi yaitu 32,62% dan kandungan lignin 26,4%. Kandungan selulosa dan lignin yang tinggi pada tanaman, menunjukkan bahwa tanaman tersebut memiliki nilai kalor yang tinggi pula (Yuniarti *et al.*, 2011). Berdasarkan 10 jenis gulma yang diuji coba, terdapat 6 jenis gulma yang memiliki nilai kalor diatas 4.000 kal/g dan sudah memenuhi SNI 4931:2010 (BSN, 2010) tentang briket biobatu bara (kelas B). Berdasarkan syarat tersebut, jenis gulma yang memiliki nilai kalor diatas 4.000 kal/g adalah rumput gajah, anggrek bunga pentol, purun tikus, eupatorium, pakis-pakisan dan gulma bunga kuning.

Nilai kalor bio-briket ini bila dibandingkan dengan nilai kalor dari beberapa penelitian lain menunjukkan nilai yang kompetitif. Berdasarkan hasil penelitian-penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa nilai kalor briket dari sekam padi sebesar 3.073 kal/g (Jamilatun, 2008) briket dari serbuk gergaji sebesar 3.647,07 kal/g (Wijayanti,

2009). Sedangkan untuk briket yang berasal dari campuran arang limbah gergajian kayu nilai kalor mencapai 5.611 kal/g (Hendra dan Winarni, 2003), lebih tinggi dari hasil penelitian Kusuma (2012), dimana nilai kalor yang berasal dari limbah ampas kopi instan dan kulit kopi berkisar 4.425 - 4.713 kal/g.

B. Kadar Karbon

Nilai karbon tertinggi pada penelitian ini dihasilkan oleh rumput gajah sebesar 26,42%. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam dan uji lanjut (Lampiran 1 dan 2), nilai tersebut tidak berbeda nyata dengan gulma purun tikus sebesar 25,63 %. Kadar karbon terikat berpengaruh terhadap nilai kalor, semakin tinggi kadar karbon terikat semakin tinggi pula nilai kalornya karena setiap reaksi oksidasi akan menghasilkan kalori (Onu *et al.*, 2010). Rumput gajah dan purun tikus memiliki nilai kalor yang tinggi, sehingga akan menghasilkan kadar karbon yang tinggi pula. Nilai karbon terendah dalam penelitian ini berdasarkan analisis sidik ragam dan uji lanjut adalah kumpai minyak yaitu 10,47% yang tidak berbeda nyata dengan karamunting kodok.

Hasil penelitian Saleh (2010) menunjukkan nilai karbon yang berasal dari limbah pisang sebesar 98,70%, sedangkan menurut hasil penelitian Onu, *et al.*, (2010), diketahui bahwa nilai karbon yang berasal dari limbah cangkang pala dan limbah sawit berkisar 30,69 - 63,76%. Nilai karbon yang terikat dalam bio-briket yang dihasilkan dalam penelitian ini jauh lebih tinggi dari hasil penelitian Kusuma (2012) yang menyebutkan bahwa nilai karbon terikat briket yang berasal dari limbah ampas kopi instan dan kulit kopi berkisar 5,67 - 6,89%.

C. Kadar Air

Kadar air yang dihasilkan oleh bio-briket gulma lahan gambut berkisar 5,48 - 18,55 %. Nilai terendah dalam kisaran tersebut adalah gulma purun tikus dan memenuhi standar SNI 01-6235-2000 yang mensyaratkan nilai kadar air kurang dari 8%, selain rumput epatorium, dan pakis-pakisan. Kadar air gulma setelah pengarangan sangat menentukan kualitas bio-briket. Arang dengan nilai kadar air yang rendah akan memiliki nilai kalor tinggi (Onu *et al.*, 2010). Dengan demikian,

karena purun tikus memiliki kadar air yang rendah, maka gulma ini akan menghasilkan nilai kalor dan kadar karbon yang tinggi.

Kadar air bio-briket gulma lahan gambut yang berasal dari purun tikus ini lebih baik dari kadar air limbah pisang sebesar 8% (Saleh, 2010), serta kadar air briket yang berasal dari limbah ampas kopi instan dan kulit kopi sebesar 10,76-11,85%. Sedangkan kadar air briket yang berasal dari cangkang pala dan limbah sawit memiliki kisaran kadar air 3,14 - 8,4 % (Onu *et al.*, 2010).

D. Kadar Abu

Kadar abu bio-briket gulma lahan gambut ini belum memenuhi standar SNI 01-6235-2000, tetapi telah memenuhi persyaratan SNI 19-4791-1998 (BSN, 1998) yang mensyaratkan kadar abu < 15% serta memenuhi SNI 4931 : 2000 yang mensyaratkan < 17%. Nilai kadar abu terbaik bio-briket gulma lahan gambut ini adalah 8,78% yang dihasilkan oleh gulma purun tikus. Nilai kalor dan karbon yang tinggi serta kadar air yang rendah, pada bio-briket gulma purun tikus, akan menurunkan kadar abu yang dihasilkan pada bio-briket gulma ini. Berdasarkan uji lanjut hasil analisis sidik ragam, kadar abu pada masing-masing jenis gulma bio-briket terdapat perbedaan pada tiap jenisnya, hanya jenis pakis-pakisan dan karamunting kodok yang tidak berbeda nyata. Kadar abu yang berbeda ini, menunjukkan jenis atau bahan baku sangat menentukan kadar abu yang dihasilkan. Penetapan kadar abu briket bioarang perlu dilakukan untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam briket (Saleh, 2010).

Nilai kadar abu hasil penelitian ini, lebih baik dibanding briket yang berasal dari serbuk gergajian dan arang limbah sebetan kayu yang berkisar 12,70 - 21,89 % (Hendra dan Winarni, 2003). Demikian juga menurut hasil penelitian Saleh (2010) yang menghasilkan kadar abu 21,83% dengan bahan baku briket limbah pisang. Menurut Sari (2011), kadar abu sangat berpengaruh terhadap kualitas bio-briket yang dihasilkan, semakin rendah kadar abu yang dihasilkan maka nilai kalor akan semakin tinggi. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini, dimana kadar abu terendah yang dihasilkan oleh bio-briket purun tikus memiliki nilai kalor tertinggi.

E. Kadar Sulfur

Kadar sulfur dalam briket sebaiknya dihindari untuk mengurangi timbulnya pencemaran udara pada saat penggunaan (Purwanto, 2011). Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat dilihat bahwa semua jenis gulma lahan gambut menghasilkan sulfur kurang dari 1% seperti yang disyaratkan dalam SNI 4931:2010 (BSN, 2010). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kandungan sulfur di setiap jenis bio-briket gulma, kecuali jenis kelakai, anggrek bunga pentol, pakis-pakisan, dan karamunting kodok. Sedangkan rumput bundung tidak berbeda nyata dengan jenis gulma bunga kuning. Kadar sulfur terendah yaitu gulma purun tikus sebesar 0,55%.

Nilai karbon yang terikat akan mempengaruhi kualitas suatu bio-briket. Bukan hanya nilai kalor dan kadar air, tetapi juga kadar abu dan zat yang menguap. Hal ini seperti disampaikan oleh Hendra dan Winarni (2003), bahwa karbon terikat dalam briket dipengaruhi oleh nilai kadar abu dan zat yang menguap. Bio-briket gulma purun tikus yang memiliki kadar sulfur terendah semakin menunjukkan gulma ini sebagai bio-briket dengan kualitas terbaik karena juga memiliki nilai kalor dan karbon yang tinggi serta kadar air dan abu yang rendah.

IV. KESIMPULAN

Gulma lahan gambut potensial digunakan sebagai bahan baku pembuatan bio-briket. Nilai kalor bio-briket gulma lahan gambut yang memenuhi SNI 4931:2000 (BSN, 2010), yaitu gulma bunga kuning, rumput gajah, anggrek tanah bunga kuning, purun tikus, epatorium, dan pakis-pakisan. Kadar air bio-briket gulma lahan gambut yang memenuhi SNI 01-6235-2000 (BSN, 2010), yaitu jenis purun tikus, epatorium, dan pakis-pakisan.

Seluruh gulma lahan gambut ini memenuhi persyaratan kadar abu dan kandungan sulfur berdasarkan SNI 4931:2010 (BSN, 2010). Dari 10 jenis gulma yang digunakan sebagai bahan baku bio-briket, jenis gulma purun tikus memiliki kualitas terbaik, karena jenis tersebut unggul pada beberapa parameter kualitas. Diharapkan dengan adanya pemanfaatan gulma lahan gambut sebagai

bahan baku bio-briket, dapat digunakan sebagai salah satu solusi pengelolaan lahan gambut dan sebagai sumber energi alternatif terbarukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alade, O.S. Betiku, & Solomon (2010). Potential utilization of grass as solid-fuel (briquette) in Nigeria. *Solid Waste Tecnology and Management Journal*, (36), 500-511.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. (2013). *Outlook energi Indonesia 2013*. Jakarta: Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN (1998). Briket Sebuk Kayu Kelapa. SNI 19-4791-1998. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN (2010) Briket Biobatubara SNI 4931: 2010 Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN) (2000). Briket Arang Kayu. SNI 01-6235-2000. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Budiman, Sukrido, & Harian (2010). Pembuatan bio-briket dari campuran bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* l.) dengan sekam sebagai bahan bakar alternatif. *Prosiding Seminar Rekayasa dan Proses Tabun 2010*, Semarang: Universitas Diponegoro.
- Energia. (2013). *Lampu kuning cadangan minyak Indonesia*. Jakarta: Pertamina Indonesia, 12 (XLVI).
- Forest Watch Indonesia. (2011). *Potret keadaan hutan Indonesia periode 2000-2009*. Bogor: Forest Watch Indonesia.
- Hendra, D. dan Winarni, I. (2003). Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang Campuran Limbah Kayu Gergajian dan Sebetan Kayu. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 21 (3), 211-225.
- Jamilatun, S. (2008). Sifat-sifat penyalan dan pembakaran briket biomassa, briket batubara dan arang kayu. *Jurnal Rekayasa Proses*, 2 (2), 37-40.

- Kusuma (2012). *Kajian eksperimental terhadap karakteristik pembakaran briket limbah ampas kopi instan dan kulit kopi*. Tugas Akhir. Surabaya: Teknik Fisika. ITS.
- Lunguleasa. A. (2010). The compressive strength of wooden briquettes used as renewable fuel. *Environment Engineering and Management Journal*. 9 (7), 997-981.
- Maninder, Rupinderjit, S.K. & Sonia, G. (2012). Using agricultural residues as a biomass briquetting: An Alternative Source of Energy. *IOSR Journal*, 1 (5), 11-15.
- Noor, E.S. (1997). *Pengendalian gulma di lahan pasang surut*. Laporan Penelitian. Jakarta: Badan Pengembangan dan Penelitian Pertanian.
- Onu F., Sudarja, & Budi, N.R. M. (2010). Pengukuran nilai kalor bahan bakar briket arang kombinasi cangkang pala (*Myristica fragrans*) dan limbah sawit (*Elaeis guineensis*). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin UMY*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Purwanto, D. (2011). Arang dari limbah tempurung kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29 (1) , 57-66.
- Saleh, M. (2010). Karakteristik briket bioarang limbah pisang dengan perekat tepung sagu. *Prosiding Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Sari. (2011). *Optimasi nilai kalor pembakaran bio-briket campuran batubara dengan arang tempurung kelapa*. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Sastrosupadi, A. (2000). *Rancangan percobaan praktis di bidang pertanian*. Edisi Revisi. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Shrestha, A. & Ramesh, M.S. (2011). Energy recovery from municipal solid waste by briquetting process : evaluation of physical and combustion properties of the fuel. *Nepal Journal of Science and Technology*, (12), 238 - 241.
- Sunardi & Istikowati, W. T. (2012). Analisis kandungan kimia dan sifat serat tanaman purun tikus asal Kalimantan. *Bioscientiae*, 9 (2), 15-25.
- Syahputra, E., Sarbino, & Siti D. (2011). *Weeds assessment* di perkebunan kelapa sawit lahan gambut. *Jurnal Teknologi Perkebunan dan ISDL*, 1, 37-42.
- Tim Sintesis Kebijakan Kementerian Pertanian. (2008). Pemanfaatan dan konservasi ekosistem lahan rawa gambut di Kalimantan. *Majalah Pengembangan Inovasi Pertanian*, 1 (2), 149-156.
- Van Dam J., Junginger M., Faaij A., Jurgens I., Best G., & Fritsche U. (2008). Overview of recent developments in sustainable biomass certification. *Biomass and Bioenergy*, 32 (8), 749-780.
- Wijayanti. D. S. (2009). *Karakteristik briket arang dari serbuk gergaji dan penambahan arang cangkang kelapa sawit*. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Yuniarti, Yan P.T, Yogi F, & Arhamsyah (2011). Briket arang dari serbuk gergajian kayu meranti dan arang kayu galam. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*. 3(2), 37-42.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis sidik ragam kualitas bio-briket gulma lahan gambut *Appendix 1. Analysis of variance on qualities of peat swamp weed bio-briquette*

Variabel (<i>Variable</i>)	Sumber keragaman (<i>Source of variance</i>)	Derajat bebas (<i>Degrees of fredom</i>)	Jumlah kuadrat (<i>Sum of squares</i>)	Kuadrat tengah (<i>Mean square</i>)	F (F)
Nilai kalor (<i>Calorific Value</i>)	Gulma (<i>Weed</i>)	9	4022023,450	446891,494	207,609**
	Galat (<i>Error</i>)	20	43051,280	2152,564	
	Total (<i>Total</i>)	29	4065074,730		
Karbon (<i>Carbon</i>)	Gulma (<i>Weed</i>)	9	665,823	73,980	15,443**
	Galat (<i>Error</i>)	20	95,814	4,791	
	Total (<i>Total</i>)	29	761,637		
Kadar air (<i>Moisture</i>)	Gulma (<i>Weed</i>)	9	567,164	63,018	1366,989**
	Galat (<i>Error</i>)	20	0,922	0,046	
	Total (<i>Total</i>)	29	568,086		
Kadar abu (<i>Ash content</i>)	Gulma (<i>Weed</i>)	9	11,648	1,294	177,943**
	Galat (<i>Error</i>)	20	0,145	0,007	
	Total (<i>Total</i>)	29	11,794		
Sulfur (<i>Sulfur</i>)	Gulma (<i>Weed</i>)	9	0,384	0,043	60,971**
	Galat (<i>Error</i>)	20	0,014	0,001	
	Total (<i>Total</i>)	29	0,398		

Keterangan (*Remark*): ** = Berbeda nyata (*Significantly*)

Lampiran 2. Uji Duncan pengaruh jenis gulma terhadap kualitas bio-briket***Appendix 2. Duncan test for the influence of weed species on the quality of bio- briquette***

No	Gulma (Weeds)	Parameter/Satuan (<i>Parameter/unit</i>)				
		Nilai kalor (<i>Calorific value</i>)	Karbon (Carbon)	Kadar air (<i>Moisture</i>)	Kadar abu (<i>Ash content</i>)	Sulfur (<i>Sulphur</i>)
		kal/g	%	%	%	%
1	Kelakai	3.873,03 e	17,16cde	8,24f	10,19b	0,84b
2	Rumput gajah	4.302,70 b	26,42a	10,76d	9,70d	0,67d
3	Anggrek BP	4.585,43 a	16,69de	16,83b	10,01c	0,84b
4	Purun tikus	4.647,93 a	25,63a	5,48h	8,78g	0,55e
5	Eupatorium	4.055,37 d	20,37bcd	7,21g	10,28b	0,75c
6	Pakis-pakisan	4.368,63 b	20,87bc	7,49g	9,86c	0,81b
7	K. Kodok	3.835,27 e	13,78ef	8,85e	9,86c	0,83b
8	Bundung	3.492,57 g	17,06cde	18,55a	9,33e	0,92a
9	Kumpai minyak	3.658,07 f	10,47f	15,74c	8,93f	0,75c
10	G. bunga kuning	4.160,97 c	21,24b	8,41f	10,99a	0,96a

Keterangan (*Remarks*): Angka yang diikuti huruf yang sama, menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) (*The numbers followed by the same letters no significant difference ($p < 0,05$)*).